

Docket No.: 54024-039

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Naoki KUBO, et al.

Serial No.:

Group Art Unit:

Filed: February 05, 2002

Examiner:

For: **THREE-DIMENSIONAL MOLDING APPARATUS AND THREE-DIMENSIONAL
MOLDING METHOD**



**CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

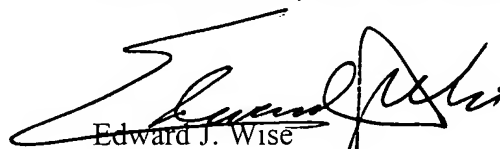
In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicants hereby claim the priority of:

**Japanese Patent Application No. 2001-030888, filed February 7, 2001,
Japanese Patent Application No. 2001-096147, filed March 29, 2001, &
Japanese Patent Application No. 2001-157751, filed May 25, 2001.**

cited in the Declaration of the present application. Certified copies are submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY


Edward J. Wise
Registration No. 34,523

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 EJW:prp
Date: February 5, 2002
Facsimile: (202) 756-8087

54024-039
KUBO et al.
February 4, '02

日 本 国 特 許 庁 McDermott, Will & Emery
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2001年 2月 7日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-030888

出 願 人
Applicant(s):

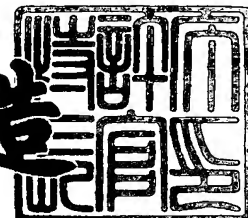
ミノルタ株式会社

11002 U.S. PTO
10/062542
02/05/02

2001年11月26日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3102294

【書類名】 特許願

【整理番号】 TL04037

【提出日】 平成13年 2月 7日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B28B 1/16

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 久保 直樹

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 糊田 寿夫

【特許出願人】

【識別番号】 000006079

【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089233

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 茂明

【選任した代理人】

【識別番号】 100088672

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉竹 英俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100088845

【弁理士】

【氏名又は名称】 有田 貴弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012852

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9805690

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 三次元造形装置、および三次元造形方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 粉末材料を結合させることにより、三次元造形物を生成する三次元造形装置であって、

(a)粉末材料の層を順次に形成する層形成手段と、

(b)前記粉末材料の層における選択領域に対して、特定のエネルギーに反応して硬化する結合剤を付与する付与手段と、

(c)前記粉末材料に付与された前記結合剤に対して、前記特定のエネルギーを放射する放射手段と、

を備え、

前記放射手段によって前記結合剤が硬化することにより、前記粉末材料の結合体が形成されることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の三次元造形装置において、

前記放射手段は、順次に形成される前記粉末材料の層ごとに前記特定のエネルギーを放射することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の三次元造形装置において、

(d)前記粉末材料の結合体が形成された後、前記粉末材料の結合体における彩色領域に対して着色キャリアを付与する着色手段、
をさらに備えることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の三次元造形装置において、

前記着色手段は、

(d-1)異なる色の着色キャリアをそれぞれ吐出する複数のノズル、
を有することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 5】 請求項 3 または請求項 4 に記載の三次元造形装置において、

前記彩色領域は、前記三次元造形物における表面近傍であることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 6】 請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の三次元造形装置において、

前記結合剤は、所定の波長に係る光エネルギーに反応して硬化することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 7】 請求項 1 ないし請求項 6 のいずれかに記載の三次元造形装置において、

前記結合剤は、熱エネルギーに反応して硬化することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 8】 請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載の三次元造形装置において、

前記層形成手段は、

(a-1)複数種類の粉末材料を選択的に供給する供給手段、
を有することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の三次元造形装置において、

前記供給手段は、前記粉末材料の層ごとに、前記複数種類の粉末材料を複数の領域に選択的に供給可能であることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 10】 請求項 1 ないし請求項 9 のいずれかに記載の三次元造形装置において、

前記付与手段は、圧電素子によって前記結合剤を吐出し、前記選択領域に対して前記結合剤を付与することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 11】 粉末材料を結合させることにより、三次元造形物を生成する三次元造形方法であって、

(a)粉末材料の層を順次に形成する層形成工程と、

(b)前記粉末材料の層における選択領域に対して、特定のエネルギーに反応して硬化する結合剤を付与する付与工程と、

(c)前記粉末材料に付与された前記結合剤に対して、前記特定のエネルギーを放射する放射工程と、
を備え、

前記放射工程において前記結合剤が硬化することにより、前記粉末材料の結合体が形成されることを特徴とする三次元造形方法。

【請求項 12】 請求項 11 に記載の三次元造形方法において、

前記放射工程においては、順次に形成される前記粉末材料の層ごとに前記特定のエネルギーを放射することを特徴とする三次元造形方法。

【請求項 1 3】 請求項 1 1 または請求項 1 2 に記載の三次元造形方法において、

(d) 前記粉末材料の結合体が形成された後、前記粉末材料の結合体における彩色領域に対して着色キャリアを付与する着色工程、
をさらに備えることを特徴とする三次元造形方法。

【請求項 1 4】 請求項 1 3 に記載の三次元造形方法において、
前記着色工程は、

(d-1) 複数のノズルから異なる色の着色キャリアを吐出する吐出工程、
を有することを特徴とする三次元造形方法。

【請求項 1 5】 請求項 1 3 または請求項 1 4 に記載の三次元造形方法において、

前記彩色領域は、前記三次元造形物における表面近傍であることを特徴とする三次元造形方法。

【請求項 1 6】 請求項 1 1 ないし請求項 1 5 のいずれかに記載の三次元造形方法において、

前記結合剤は、所定の波長に係る光エネルギーに反応して硬化することを特徴とする三次元造形方法。

【請求項 1 7】 請求項 1 1 ないし請求項 1 6 のいずれかに記載の三次元造形方法において、

前記結合剤は、熱エネルギーに反応して硬化することを特徴とする三次元造形方法。

【請求項 1 8】 請求項 1 1 ないし請求項 1 7 のいずれかに記載の三次元造形方法において、

前記層形成工程は、

(a-1) 複数種類の粉末材料を選択的に供給する供給工程、
を有することを特徴とする三次元造形方法。

【請求項 1 9】 請求項 1 8 に記載の三次元造形方法において、

前記供給工程においては、前記粉末材料の層ごとに、前記複数種類の粉末材料を複数の領域に選択的に供給することを特徴とする三次元造形方法。

【請求項 2 0】 請求項 1 1 ないし請求項 1 9 のいずれかに記載の三次元造形方法において、

前記付与工程においては、圧電素子によって前記結合剤を吐出し、前記選択領域に対して前記結合剤を付与することを特徴とする三次元造形方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、三次元造形技術に関し、特に、結合剤を付与して粉末材料を結合させることにより、三次元造形物を生成する三次元造形技術に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来の三次元造形装置においては、粉末材料の層に対して、乾燥して硬化するバインダをインクジェットなどで吐出し、粉末材料の結合体を順次に形成し三次元造形物を造形するものがある。この三次元造形装置では、例えば、次のような動作が行われ、三次元造形物が生成される。

【0 0 0 3】

まず、ローラ機構などにより石膏や澱粉の粉末材料を薄層をに均一に拡げる。次に、この粉末材料の薄層において造形すべき領域にインクジェットのヘッドを走査し、乾燥で硬化するバインダを塗布する。このバインダが塗布された領域の粉末材料は下層、あるいは隣接する硬化領域と結合する。造形が完了するまで、粉末材料の薄層を順次に形成し、バインダを塗布する工程を繰り返す。造形が完了すれば、バインダが塗布されない領域の粉末材料は個々に独立した状態を保つため、バインダで結合された三次元造形物を取り出せることとなる。

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、上記の三次元造形装置では、乾燥によって硬化するバインダを使用するため、バインダ塗布後にバインダを乾燥させ粉末材料を結合させる時間を必

要とし、造形の高速化が困難である。

【0005】

また、インクジェットのヘッドを用いて上記バインダを塗布する場合には、ノズル部の穴径が非常に細い（ $20\mu\text{m}$ 以下）ため、強い接着力を持つバインダを使用すると、ノズル部で乾燥により硬化して目詰りを起こし易い。このような不具合が発生すれば目詰まりを起こしたノズルによってバインダを塗布すべき領域の粉末材料が結合されず、三次元造形物の形状精度や強度が低下してしまう要因となる。

【0006】

このため、インクジェットのヘッドを用いる場合は、弱い接着力のバインダしか用いることができず、完成した三次元造形物の強度が低くなる。また、この場合、弱い接着力のバインダで結合する粉末材料しか使用できず、粉末材料を選択する自由度が制限される。

【0007】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、短時間で三次元造形物を生成できる三次元造形技術を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、請求項1の発明は、粉末材料を結合させることにより、三次元造形物を生成する三次元造形装置であって、(a)粉末材料の層を順次に形成する層形成手段と、(b)前記粉末材料の層における選択領域に対して、特定のエネルギーに反応して硬化する結合剤を付与する付与手段と、(c)前記粉末材料に付与された前記結合剤に対して、前記特定のエネルギーを放射する放射手段とを備え、前記放射手段によって前記結合剤が硬化することにより、前記粉末材料の結合体が形成される。

【0009】

また、請求項2の発明は、請求項1の発明に係る三次元造形装置において、前記放射手段は、順次に形成される前記粉末材料の層ごとに前記特定のエネルギーを放射する。

【0010】

また、請求項3の発明は、請求項1または請求項2の発明に係る三次元造形装置において、(d)前記粉末材料の結合体が形成された後、前記粉末材料の結合体における彩色領域に対して着色キャリアを付与する着色手段をさらに備える。

【0011】

また、請求項4の発明は、請求項3の発明に係る三次元造形装置において、前記着色手段は、(d-1)異なる色の着色キャリアをそれぞれ吐出する複数のノズルを有する。

【0012】

また、請求項5の発明は、請求項3または請求項4の発明に係る三次元造形装置において、前記彩色領域は、前記三次元造形物における表面近傍である。

【0013】

また、請求項6の発明は、請求項1ないし請求項5のいずれかの発明に係る三次元造形装置において、前記結合剤は、所定の波長に係る光エネルギーに反応して硬化する。

【0014】

また、請求項7の発明は、請求項1ないし請求項6のいずれかの発明に係る三次元造形装置において、前記結合剤は、熱エネルギーに反応して硬化する。

【0015】

また、請求項8の発明は、請求項1ないし請求項7のいずれかの発明に係る三次元造形装置において、前記層形成手段は、(a-1)複数種類の粉末材料を選択的に供給する供給手段を有する。

【0016】

また、請求項9の発明は、請求項8の発明に係る三次元造形装置において、前記供給手段は、前記粉末材料の層ごとに、前記複数種類の粉末材料を複数の領域に選択的に供給可能である。

【0017】

また、請求項10の発明は、請求項1ないし請求項9のいずれかの発明に係る三次元造形装置において、前記付与手段は、圧電素子によって前記結合剤を吐出

し、前記選択領域に対して前記結合剤を付与する。

【 0 0 1 8 】

また、請求項 1 1 の発明は、粉末材料を結合させることにより、三次元造形物を生成する三次元造形方法であって、(a)粉末材料の層を順次に形成する層形成工程と、(b)前記粉末材料の層における選択領域に対して、特定のエネルギーに反応して硬化する結合剤を付与する付与工程と、(c)前記粉末材料に付与された前記結合剤に対して、前記特定のエネルギーを放射する放射工程とを備え、前記放射工程において前記結合剤が硬化することにより、前記粉末材料の結合体が形成される。

【 0 0 1 9 】

また、請求項 1 2 の発明は、請求項 1 1 の発明に係る三次元造形方法において、前記放射工程においては、順次に形成される前記粉末材料の層ごとに前記特定のエネルギーを放射する。

【 0 0 2 0 】

また、請求項 1 3 の発明は、請求項 1 1 または請求項 1 2 の発明に係る三次元造形方法において、(d)前記粉末材料の結合体が形成された後、前記粉末材料の結合体における彩色領域に対して着色キャリアを付与する着色工程をさらに備える。

【 0 0 2 1 】

また、請求項 1 4 の発明は、請求項 1 3 の発明に係る三次元造形方法において、前記着色工程は、(d-1)複数のノズルから異なる色の着色キャリアを吐出する吐出工程を有する。

【 0 0 2 2 】

また、請求項 1 5 の発明は、請求項 1 3 または請求項 1 4 の発明に係る三次元造形方法において、前記彩色領域は、前記三次元造形物における表面近傍である。

【 0 0 2 3 】

また、請求項 1 6 の発明は、請求項 1 1 ないし請求項 1 5 のいずれかの発明に係る三次元造形方法において、前記結合剤は、所定の波長に係る光エネルギーに

反応して硬化する。

【0024】

また、請求項17の発明は、請求項11ないし請求項16のいずれかの発明に係る三次元造形方法において、前記結合剤は、熱エネルギーに反応して硬化する。

【0025】

また、請求項18の発明は、請求項11ないし請求項17のいずれかの発明に係る三次元造形方法において、前記層形成工程は、(a-1)複数種類の粉末材料を選択的に供給する供給工程を有する。

【0026】

また、請求項19の発明は、請求項18の発明に係る三次元造形方法において、前記供給工程においては、前記粉末材料の層ごとに、前記複数種類の粉末材料を複数の領域に選択的に供給する。

【0027】

また、請求項20の発明は、請求項11ないし請求項19のいずれかの発明に係る三次元造形方法において、前記付与工程においては、圧電素子によって前記結合剤を吐出し、前記選択領域に対して前記結合剤を付与する。

【0028】

【発明の実施の形態】

<第1実施形態>

<三次元造形装置の要部構成>

図1は、本発明の第1実施形態に係る三次元造形装置100の要部構成を示す図である。

【0029】

三次元造形装置100は、制御部10と、薄層形成部20と、バイнда付与部30と、造形部40とを備えて構成されている。

【0030】

制御部10は、コンピュータ11と、コンピュータ11と電氣的に接続する駆動制御部12とを備えている。

【 0 0 3 1 】

コンピュータ 1 1 は、内部に CPU やメモリ等を備えて構成される一般的な卓上型コンピュータ等である。このコンピュータ 1 1 は、三次元形状の造形物を形状データとしてデータ化し、それを平行な幾層もの薄い断面体にスライスして得られる断面データを駆動制御部 1 2 に対して出力する。

【 0 0 3 2 】

駆動制御部 1 2 は、薄層形成部 2 0 とバインダ付与部 3 0 と造形部 4 0 とをそれぞれに駆動する制御手段として機能する。駆動制御部 1 2 は、コンピュータ 1 1 から断面データを取得すると、その断面データに基づいて上記の各部に対して駆動指令を与えることにより造形部 4 0 において粉末材料の供給及び伸展を行わせ、造形部 4 0 に粉末の結合体を一層ごとに順次形成していくように統括制御する。

【 0 0 3 3 】

また、駆動制御部 1 2 は、断面データに基づいて粉末材料を結合させる選択領域を特定して、薄層形成部 2 0 において粉末材料の薄層を一層分形成するごとに結合剤となるバインダを層表面の所定領域に吐出するように駆動制御する。

【 0 0 3 4 】

薄層形成部 2 0 は、層形成手段として機能し、伸展ローラ 2 1 と、粉末供給機構 2 2 と、例えばモータを有する駆動部 2 9 とを備えて構成される。この薄層形成部 2 0 は駆動部 2 9 によって X 方向に沿って往復移動可能となっている。

【 0 0 3 5 】

伸展ローラ 2 1 および粉末供給機構 2 2 は、Y 方向に長く伸びており、駆動部 2 9 による X 方向に沿った 1 回の動作で、造形部 4 0 に粉末材料の薄層形成を行うことができるように構成されている。

【 0 0 3 6 】

粉末供給機構 2 2 は、薄層形成部 2 0 が + X 方向に移動する場合に、伸展ローラ 2 1 の進行方向前方側（すなわち、進行方向の下流側）に位置するように配置されている。そして、薄層形成部 2 0 が + X 方向に移動する際には、伸展ローラ 2 1 と粉末供給機構 2 2 とが能動化され、粉末供給機構 2 2 が伸展ローラ 2 1 の

移動方向前方側に粉末材料を供給する。

【0037】

粉末供給機構22の上部側は、石膏や澱粉などの粉末材料を収容するための粉末容器23として構成されており、その粉末容器23の下部側には多孔質の供給ローラ24が設けられる。

【0038】

供給ローラ24の表面は多孔質となっており、粉末容器23の粉末材料と接する部分の孔部には、粉末材料が充填される。そして、この供給ローラ24が回転することにより、ローラ表面の孔部に充填された粉体が粉末供給機構22の最下部に形成された開口22h側に導かれ、その開口22hより粉末材料が落下することで、造形部40に粉末材料が供給される。

【0039】

伸展ローラ21は、この供給ローラ24の回転に連動して、回転するように構成されている。これにより、粉末供給機構22の開口22hから落下した粉末材料を適切に伸展できることとなる。

【0040】

粉末容器23に収容される粉末材料については、発色を良くするため、白色のものを使用するのが好ましい。白い用紙の上に印刷する場合などにおいては、彩色箇所のみ有色のインクを塗布することで下地の白色とのバランスで色の階調表現が可能となるが、三次元造形物の彩色にも同様のことが言えるため、白色の粉末材料を使用するのが望ましいこととなる。

【0041】

バインダ付与部30は、タンク部31と、ヘッド部34と、紫外線照射部39とを備えている。

【0042】

タンク部31は、4つのインクタンク32と、バインダタンク33とを備えている。

【0043】

インクタンク32a～32d内には、それぞれ異なる色成分、Y（イエロー）

、M（マゼンタ）、C（シアン）の3原色およびW（ホワイト）に着色された液状インクが収容されている。なお、着色キャリアとして働く各インクは、粉末材料と結合しても変色しないものであり、長時間経過しても変色・退色しないものを使用するのが望ましい。

【0044】

バインダタンク33は、遮光性の素材で形成されており、その中に液状の紫外線硬化樹脂が収容されている。この紫外線硬化樹脂については、インクジェットヘッドを用いて吐出が可能なように粘度の低いもの、例えば分子量の低いアクリルモノマー系の樹脂を利用するのが好ましい。なお、紫外線硬化樹脂として、エポキシ系の樹脂などを利用しても良い。

【0045】

インクタンク32a～32d、バインダタンク33の各タンクにはチューブが敷設されており、タンク内の液体がヘッド部34に個別に導かれる。このバインダタンク33からヘッド部34に敷設されているチューブは遮光性の素材で形成されている。

【0046】

図2は、ヘッド部34の要部構成を示す図である。

【0047】

ヘッド部34は、ヘッド部本体35と、ヘッド部本体35に連結する駆動部36と、ヘッド部本体35の下部で突出する複数の吐出ノズル37a～37eと、遮光板38とを備えている。

【0048】

ヘッド部34は、インクジェット方式等で微小な液滴として上記各色のインクおよび紫外線硬化樹脂を吐出ノズル37a～37eから吐出（噴出）できるように構成されている。このヘッド部34は、着脱自在のピエゾ方式のインクジェットヘッド、すなわち圧電素子のたわみ変形による体積変化によって吐出力を得ての吐出を行うヘッドとして構成されるのが好ましい。このような構成のヘッド部34により、バインダである紫外線硬化樹脂の物性によらず安定して吐出できるとともに、万が一、ヘッド部34でバインダの硬化による吐出ノズル37の詰ま

り等のトラブルが発生しても着脱自在で交換が容易にできるため、迅速な復旧が可能となる。

【 0 0 4 9 】

駆動部 3 6 は、X 方向に伸びるガイドレール（図示せず）に沿って、ヘッド部 3 4 を X 方向に移動自在となっている。

【 0 0 5 0 】

各吐出ノズル 3 7 a ～ 3 7 e は、Y 方向に複数のバインダ吐出孔を有するマルチノズル機構となっており、駆動制御部 1 2 が複数のバインダ吐出孔のうちから粉末の結合体を形成するのに必要なバインダ吐出孔を選択して、バインダ吐出を個別に制御することが可能となっている。そして、各吐出ノズル 3 7 a ～ 3 7 e から吐出されるインクおよび紫外線硬化樹脂は、吐出ノズル 3 7 に対向する位置に設けられている造形部 4 0 の粉末層 8 2 に付着する。

【 0 0 5 1 】

遮光板 3 8 は、吐出ノズル 3 7 を矩形状に覆うように形成されており、紫外線を含む光が吐出ノズル 3 7 e に到達するのを阻止する。この遮光板により、吐出ノズル 3 7 e の目詰まりが防止できる。

【 0 0 5 2 】

紫外線照射部 3 9 は、粉末層 8 2 に付与された紫外線硬化樹脂を硬化させて粉末材料を結合するために、粉末層 8 2 に対して紫外領域の波長に係る光エネルギーとしての紫外線を照射する部位である。

【 0 0 5 3 】

図 1 に戻り、説明を続ける。

【 0 0 5 4 】

造形部 4 0 は、中央に凹状部を有する造形部本体 4 1、造形部本体 4 1 の凹状部の内部に設けられている造形ステージ 4 2、造形ステージ 4 2 を Z 方向に移動させる Z 方向移動部 4 3 と、Z 方向移動部 4 3 を駆動する駆動部 4 4 を備えている。

【 0 0 5 5 】

造形部本体 4 1 は、三次元造形物を生成するための作業領域を提供する役目を

果たしている。

【0056】

造形ステージ42は、XY断面において矩形型の形状を有し、その側面が造形部本体41における凹状部の垂直内壁41aと接している。そして、この造形ステージ42と造形部本体41の垂直内壁41aとで形成される直方体状の三次元空間が、三次元造形物を生成するための造形空間として機能する。すなわち、吐出ノズル37eから吐出されたバインダにより、造形ステージ42上にて粉末を接合させて三次元造形物が作成されることとなる。

【0057】

Z方向移動部43は、造形ステージ42と連結する支持棒43aを有している。そして、支持棒43aが、駆動部44によって垂直方向に昇降駆動されることにより、支持棒43aと連結する造形ステージ42のZ方向の移動が可能となっている。

【0058】

＜三次元造形装置100の動作＞

図3は、三次元造形装置100の基本的な動作を示すフローチャートである。以下、同図を参照して、その基本動作を説明する。

【0059】

ステップS1では、コンピュータ11が、表面にカラー模様等が施された三次元造形対象物を表現したモデルデータが作成される。造形するための基になる形状データには、一般の三次元CADモデリングソフトウェアで作成されるカラー三次元モデルデータを使用することができる。また、三次元形状入力装置で計測された形状データおよびテクスチャを利用することも可能である。

【0060】

モデルデータにおいては、色情報が三次元モデルの表面にのみ付与されているもの、または色情報がモデル内部まで付与されているものがある。後者の場合でも造形に際してモデル表面の色情報のみを使用することが可能であるし、モデル内部の色情報も使用することが可能である。例えば、人体モデル等の三次元造形物を生成する際、各内臓ごとに異なる色で彩色を施したい場合もあり、その場合

にはモデル内部の色情報を使用する。

【0061】

ステップS2では、コンピュータ11が上記のモデルデータから造形対象物を水平方向にスライスした各断面ごとの断面データを生成する。モデルデータから積層する粉末の一層分の厚みに相当するピッチ（層厚 t ）でスライスされた断面体を切り出し、形状データおよび彩色データを作成する。なお、スライスするピッチは、所定範囲内（粉末を結合可能な厚みの範囲）で変更可能である。

【0062】

図4は、ステップS2で生成される断面データの一例を示す図である。図4に示すように、モデルデータから色情報を含めて断面体を切り出し、格子状に細分化する。それを、2次元画像のビットマップと同様に扱い、各色毎のビットマップ情報に変換する。このビットマップ情報は階調などを考慮した情報となっている。ここでは、三次元造形物の表面に現れる部分のみが、YCMWの色情報を有している。

【0063】

ステップS3では、造形対象物を造形する際における粉末の積層厚さ（断面データ作成の際のスライスピッチ）及び積層数（断面データセットの数）に関する情報が、コンピュータ11から駆動制御部12に入力される。

【0064】

次のステップS4以降については、駆動制御部12が各部を制御することによって行われる動作である。図5は、これらの動作を説明する概念図である。以下では、同図を参照しながら説明する。

【0065】

ステップS4では、造形ステージ42において粉末の第N層目（ $N=1, 2, \dots$ ）の結合体を形成するために、造形ステージ42がZ方向移動部43により、コンピュータ11から入力された上記層厚 t に基づき、その厚さに相当する距離だけ下降されて保持される。初期状態では、造形ステージ42は造形部40の上端位置と同一の高さ位置に位置しており、そこから層厚 t に応じた距離だけ下降することとなる。そして、造形ステージ42は、粉末材料による1層分形成ごと

に順次層厚 t に応じた距離だけ段階的に下降する。これにより、造形ステージ4 2 上に粉末材料が堆積され、バインダによる必要な結合が完了した粉末層の上方に、新たな粉末の層を1層分形成するためのスペースを形成することができる。

【0066】

ステップS5では、薄層形成部20を+X方向に向かう移動を行うことにより、三次元造形物の造形において材料となる粉末の供給を行いつつ粉末材料の1層分の薄層形成を行うとともに、ヘッド部34から所定領域に、紫外線硬化樹脂の吐出を行うことで粉末材料の必要な部分の結合を行う。

【0067】

図5(a)に示すように、薄層形成部20が+X方向に移動する際には、伸展ローラ21の最下点が造形部40の上端部と同一高さ位置となるように下降し、その状態で+X方向への移動が行われることで、粉末供給機構22と伸展ローラ21とによる粉末材料の均一な薄層形成が正確に行われる。

【0068】

粉末供給機構22から1層分形成時(X方向に沿った1回の移動を行う間)に供給される粉末材料の量は、1層分形成に必要な量よりも若干多めに設定され、造形空間内の任意の位置において粉末不足が生じることを回避している。このため、1層分形成後は粉末材料が余ることとなるが、余った粉末材料は回収して、再度利用可能である。

【0069】

また、ヘッド部34も薄層形成部20の移動と一体となって+X方向に移動し、駆動制御部12からの制御信号に基づいて吐出ノズル37eから伸展された粉末層に対して紫外線硬化樹脂のバインダを吐出する。このとき、駆動制御部12は、断面データの形状データ(図4参照)に基づいてヘッド部34に対して制御信号を与えることにより、造形すべき選択領域に対してバインダが塗布される。

【0070】

ステップS6では、ヘッド部34と一体となって移動する紫外線照射部39によって粉末材料の薄層に対して紫外線を照射する。これにより、粉末材料の薄層に塗布された紫外線硬化樹脂のバインダが硬化されることとなる。その結果、粉

末層ごとに粉末材料の結合体が生成されるとともに、バインダが塗布されない領域の粉末材料は個々に独立した状態を保つこととなる。

【0071】

そして、薄層形成部 20 が図 5 (b) に示すような位置に到達すれば、1 回の粉末材料の結合動作が終了し、1 層分の造形が完了することとなる。

【0072】

ステップ S7 では、-X 方向に向かってヘッド部 34 の移動を行い、紫外線照射によりバインダが硬化し形成された粉末材料の結合体に、吐出ノズル 37a ~ 37d から各色のインクを吐出する。このとき、駆動制御部 12 は、断面データにおける YCMW の彩色データ (図 4 参照) に基づいてヘッド部 34 に対して制御信号を与えることにより、三次元造形物の表面近傍となる彩色領域に対してインクが塗布される。これにより、三次元造形物に対して、所望の彩色が施せることとなる。なお、この際には、粉末層 82 に塗布された紫外線硬化樹脂の硬化を確実にするため、紫外線照射部 39 から紫外線を照射するのが好ましい。

【0073】

一般に、彩色を行うためには Y、M、C の三原色を混色すればよいが、色の濃淡 (階調) を表現するためには、三原色に加えて白色のバインダを吐出し混色することが有効となる。一般のプリンタ等では白色の紙にインク、トナー等で字、画像をプリントしていくため、基材となる紙の白色を利用すれば白色インクは必要でなく、Y、M、C の三色を使用するだけで原理的に各色成分の濃淡を表現することができる。しかしながら、三次元造形の方法となる粉末の色が白色でないような場合には、白色のバインダを使用することが特に有効となる。

【0074】

このように三次元造形物に彩色を施す際の濃淡を表示する場合のインクの吐出形態の一例について説明する。

【0075】

図 6 は、シアンについての階調表現の一例を示す図である。駆動制御部 12 において所定の階調変換が行われると、断面データに含まれる多値の階調データは基本ドット領域 (図 6 の最小矩形) ごとの 2 値データに変換される。この 2 値デ

ータはインクを吐出する各吐出ノズル37a~dをON/OFF制御するための情報となる。淡いシアンを表示する場合には、2×2のマトリクス配列のうち1つの基本ドット領域にシアンを吐出し、他の基本ドット領域にはホワイトを吐出する。また、濃いシアンを表示する場合には基本集合領域の全体にシアンを吐出する。このように基本集合領域に対するシアンのバインダとホワイトのバインダとの吐出割合を変化させることにより、淡いシアンから濃いシアンへの階調変化を適切に表現することが可能になる。

【0076】

次に、図7は淡いシアンから淡いイエローへ変化する表現の一例を示す図である。図7の左端は淡いシアンを表現する際のCとWとの吐出パターンであり、右端は淡いイエローを表現する際のYとWとの吐出パターンである。淡いシアンからシアンとイエローとの混合色を経て淡いイエローへと変化させる際には図7に示すように基本集合領域内へのCとYとWとを吐出する割合をしだいに変化させていくことによって、そのような色の変化を表現することが可能になる。

【0077】

図8は、上記の彩色のための基本集合領域が複数個集合したものを示している。図8(a)はCとWとの吐出パターンを示しており、図8(b)は図8(a)の吐出パターンによって表現される彩色形態を具体的に示している。図8に示すように駆動制御部12が吐出パターンを制御することによって三次元造形物の造形過程における彩色を行うことが可能になる。

【0078】

ステップS8では、三次元造形物の造形が完了したかを判定する。ここで、造形が完了していない場合には、第N層目の上側に第N+1層目の新たな粉末の結合体を形成する動作が行われる。そして、三次元造形物の造形が完了すると、バインダが付与されていない独立した個々の粉末材料を分離することにより、バインダで結合された粉末材料の結合体（三次元造形物）を取り出すことができる。なお、結合されなかった粉末材料は回収して、再度粉末材料として利用しても良い。

【0079】

このように、図 5 (a) ~ (f) に示す動作を積層数だけ繰り返すことにより、ステージ 4 2 上に一層ごとのカラー化された結合体が順次積層されていき最終的に造形対象物の三次元造形物が造形ステージ 4 2 上に造形されることとなる。

【 0 0 8 0 】

以上のような三次元造形装置 1 0 0 の動作により、紫外線の照射で硬化する紫外線硬化樹脂をバインダとして使用するため、造形時間が短縮され、短時間で三次元造形物を生成できる。また、紫外線の有無によりバインダの硬化をコントロールできるため、吐出ノズルで紫外線を遮断すればバインダの流動性が確保でき、目詰まりを防止できる。

【 0 0 8 1 】

さらに、従来の三次元造形装置では、粉末材料の各層ごとにバインダを硬化させる動作を行っていないため、以下のような問題点があった。

【 0 0 8 2 】

(1) 粉末材料の各層で造形領域にバインダを塗布した後に、さらにインクを塗布して彩色する場合、バインダが硬化しない状態でインクを塗布するため、にじみが生じて色再現性、分解能が低下する。

【 0 0 8 3 】

(2) バインダが硬化しない状態で上部の粉末材料層が形成されるため、三次元造形物の表示面に現れるべき領域に、その周囲の未固化領域の粉末材料が付着してしまい、完成した三次元造形物の形状精度や色再現性が低下する。

【 0 0 8 4 】

以上の問題点については、三次元造形装置 1 0 0 において、各層ごとに紫外線を照射し粉末材料を結合させた後に彩色を施すため、色再現性などが向上することとなる。

【 0 0 8 5 】

< 第 2 実施形態 >

図 9 は、本発明の第 2 実施形態に係る三次元造形装置 1 0 0 A の要部構成を示す図である。

【 0 0 8 6 】

三次元造形装置 1 0 0 A は、第 1 実施形態の三次元造形装置 1 0 0 と類似の構成となっているが、薄層形成部 6 0 が異なっている。この薄層形成部 6 0 の構成を以下で説明する。

【 0 0 8 7 】

薄層形成部 6 0 は、第 1 実施形態の薄層形成部 2 0 と同様に、伸展ローラ 6 1 と、粉末供給機構 6 2 と、駆動部 6 9 とを備えて構成される。この薄層形成部 6 0 は駆動部 6 9 によって X 方向に沿って往復移動可能となっている。そして、伸展ローラ 6 1 および粉末供給機構 6 2 は、Y 方向に長く伸びており、駆動部 6 9 による X 方向に沿った 1 回の動作で、造形部 4 0 に粉末材料の薄層形成を行うことができるように構成されている。

【 0 0 8 8 】

図 1 0 は、粉末供給機構 6 2 の要部構成を示す図である。ここで、図 1 0 (a) は、X Z 平面に関する粉末供給機構 6 2 の断面図であり、図 1 0 (b) は、粉末供給機構 6 2 を下方から見た図である。

【 0 0 8 9 】

粉末供給機構 6 2 の上部側は、異なる粉末材料を収容するための 2 つの粉末容器 6 3 a、6 3 b を有しており、粉末容器 6 3 a、6 3 b の下部には多孔質の供給ローラ 6 4 a、6 4 b が設けられている。また、粉末供給機構 6 2 は、3 0 枚のシャッター 6 5 と、シャッター 6 5 を駆動するアクチュエータ 6 6 とを備えている。

【 0 0 9 0 】

それぞれのシャッター 6 5 は、駆動制御部 1 2 からの指令に基づきアクチュエータ 6 6 によって、開口 H a、H b における開状態 S O と閉状態 S C との切替えが可能となっている。このシャッター 6 5 の開閉制御により、粉末容器 6 3 a、6 3 b に収容される 2 種類の粉末材料を選択的に供給して、粉末材料の層形成を行えることとなる。この粉末容器 6 3 a、6 3 b には、例えば粒径の異なる 2 種類の粉末材料が収容される。

【 0 0 9 1 】

< 三次元造形装置 1 0 0 A の動作 >

三次元造形装置 1 0 0 A の動作は、図 3 のフローチャートに示す動作とほぼ等しいが、ステップ S 5 に対応する粉末材料の薄層の形成動作が異なる。

【 0 0 9 2 】

この薄層の形成動作では、薄層形成部 6 0 を + X 方向に沿った移動を行いつつ、粉末容器 6 3 a、6 3 b に収容される 2 種類の粉末材料の供給を行う。具体的には、図 1 0 (b) に示すように、粉末供給機構 6 2 において Y 方向に同位置となる 2 つの開口 H a、H b のうち一方を開状態、他方を閉状態とすることで、2 種類の粉末材料を選択的に供給する。

【 0 0 9 3 】

図 1 1 は、この薄層形成部 6 0 によって造形ステージ 4 2 上に形成された粉末材料の層の一例を示す図である。

【 0 0 9 4 】

図 1 1 に示すように、粉末容器 6 3 a 内の粉末材料 8 2 a と、粉末容器 6 3 b 内の粉末材料 8 2 b (平行斜線部) とで粉末層 1 層の形成が行われる。このような層形成により、三次元造形物の一部において、表面荒さや強度などを他の部分と異ならせることができるため、三次元造形のバリエーションが増すこととなる。

【 0 0 9 5 】

以上のような三次元造形装置 1 0 0 A の動作により、第 1 実施形態の三次元造形装置 1 0 0 と同様の効果を発揮することとなる。さらに、複数の粉末材料を三次元造形に使用できるため、造形の自由度が向上する。

【 0 0 9 6 】

<変形例>

◎上記の第 2 実施形態の三次元造形装置については、粉末材料の 1 層ごとに 2 種類の粉末材料を用いるのは必須ではなく、三次元造形物ごとに複数の粉末材料を選択しても良い。この場合には、除去される粉末材料が同種のものとなるため、再利用が容易となる。

【 0 0 9 7 】

◎上記の第 2 実施形態における 2 種類の粉末材料は、粒子径の異なる組合せに限らず、安価な材料と高価な材料との組合せなどでも良い。この場合には、造形

物の目立つ部分などに高価な粉末材料を使用し、それ以外には安価な材料を使用することで、三次元造形物のコストを抑えることができる。

【0098】

また、軽量な材料と重い材料との組合せでも良い。この場合には、三次元造形物の重量のバランスをコントロールできる。

【0099】

◎上記の各実施形態における彩色については、Y、M、Cの3原色のインクを塗布するのは必須でなく、R(レッド)、G(グリーン)、B(ブルー)の3原色を塗布しても良い。

【0100】

また、インクにより彩色を行うのは必須ではなく、トナーなどで彩色を行っても良い。

【0101】

◎上記の各実施形態のバインダについては、紫外線硬化樹脂のように紫外領域の波長の光に反応して硬化するものを使用するのは必須でなく、例えば、可視光硬化樹脂のように可視領域の波長の光に反応して硬化する液状のものを使用しても良く、また熱硬化樹脂ように特定の熱エネルギーに反応して硬化する液状のものを使用しても良い。

【0102】

この可視光硬化樹脂を使用する場合には、上述した紫外線照射部の代わりに、可視領域の波長の光を照射する手段が設けられる。また、熱硬化樹脂を使用する場合には、上述した紫外線照射部の代わりに、熱エネルギーを放出するヒータが設けられることとなる。

【0103】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項1ないし請求項20の発明によれば、粉末材料の層における選択領域に対して特定のエネルギーに反応して硬化する結合剤を付与し、付与された結合剤に対して特定のエネルギーを放射するため、短時間で三次元造形物を生成できる。

【 0 1 0 4 】

特に、請求項 2 および請求項 1 2 の発明においては、順次に形成される粉末材料の層ごとに特定のエネルギーを放射するため、三次元造形を確実にできる。

【 0 1 0 5 】

また、請求項 3 および請求項 1 3 の発明においては、粉末材料の結合体が形成された後、粉末材料の結合体における彩色領域に対して着色キャリアを付与するため、彩色において色再現性や分解能が向上する。

【 0 1 0 6 】

また、請求項 4 および請求項 1 4 の発明においては、複数のノズルから異なる色の着色キャリアを吐出するため、彩色の表現力が向上する。

【 0 1 0 7 】

また、請求項 5 および請求項 1 5 の発明においては、彩色領域が三次元造形物における表面近傍であるため、彩色範囲を少なくできる。

【 0 1 0 8 】

また、請求項 6 および請求項 1 6 の発明においては、結合剤が所定の波長に係る光エネルギーに反応して硬化するため、適切に結合剤の硬化が行える。

【 0 1 0 9 】

また、請求項 7 および請求項 1 7 の発明においては、結合剤が熱エネルギーに反応して硬化するため、適切に結合剤の硬化が行える。

【 0 1 1 0 】

また、請求項 8 および請求項 1 8 の発明においては、複数種類の粉末材料を選択的に供給するため、造形の自由度が向上する。

【 0 1 1 1 】

また、請求項 9 および請求項 1 9 の発明においては、粉末材料の層ごとに複数種類の粉末材料を複数の領域に選択的に供給するため、造形の自由度がより向上する。

【 0 1 1 2 】

また、請求項 1 0 および請求項 2 0 の発明においては、圧電素子によって結合剤を吐出するため、結合剤の物性によらず、安定した吐出が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態に係る三次元造形装置 1 0 0 の要部構成を示す図である

【図 2】

ヘッド部 3 4 の要部構成を示す図である。

【図 3】

三次元造形装置 1 0 0 の基本的な動作を示すフローチャートである。

【図 4】

断面データの一例を示す図である。

【図 5】

三次元造形装置 1 0 0 の動作を説明する図である。

【図 6】

シアンについての階調表現の一例を示す図である。

【図 7】

淡いシアンから淡いイエローへ変化する表現の一例を示す図である。

【図 8】

彩色のための基本集合領域が複数個集合したものを示す図である。

【図 9】

本発明の第 2 実施形態に係る三次元造形装置 1 0 0 A の要部構成を示す図である。

【図 1 0】

粉末供給機構 6 2 の要部構成を示す図である。

【図 1 1】

薄層形成部 6 0 によって造形ステージ 4 2 上に形成された粉末材料の層の一例を示す図である。

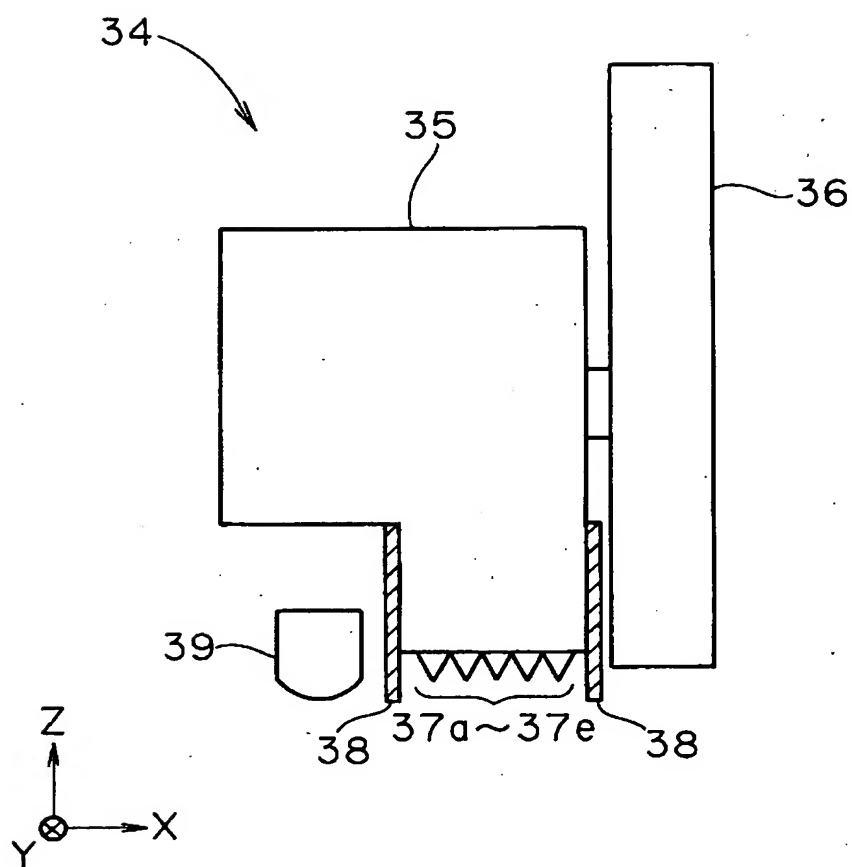
【符号の説明】

1 0 制御部

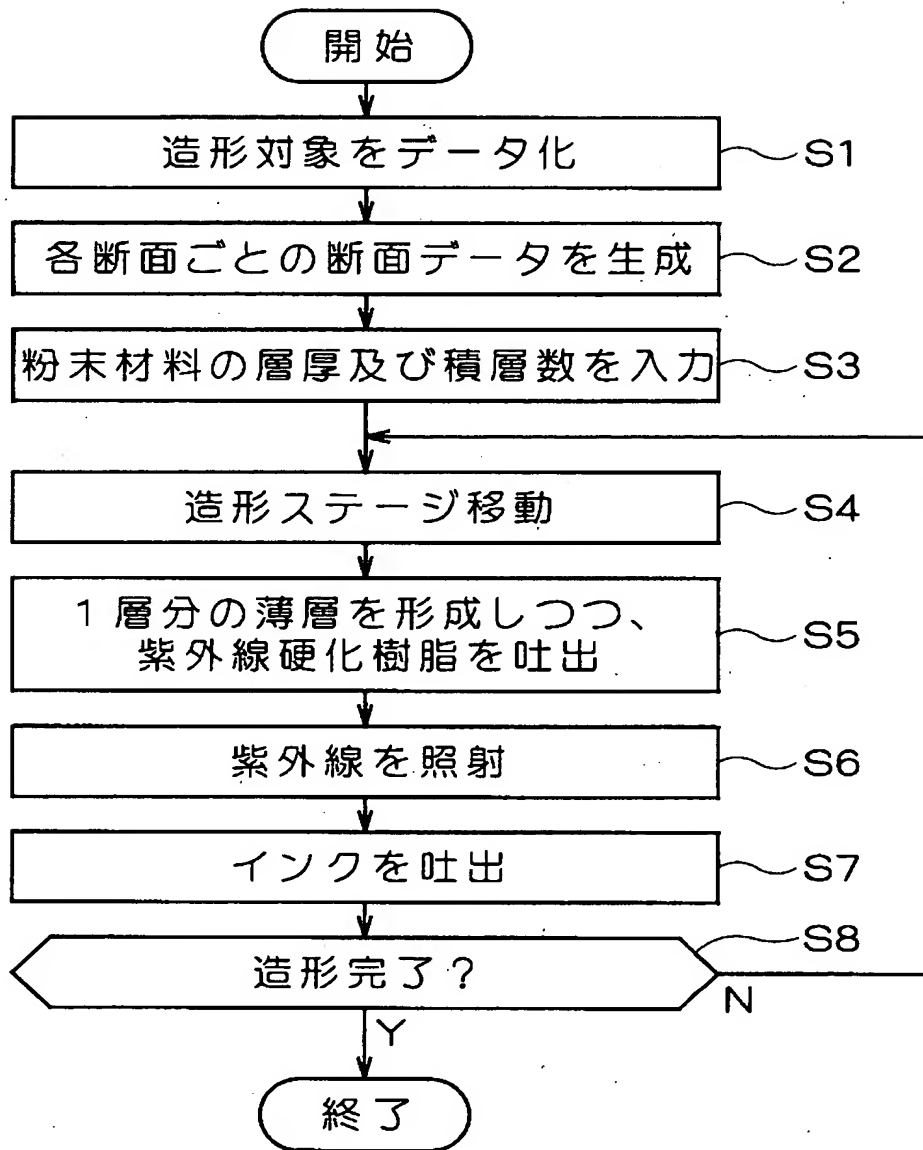
2 0、6 0 薄層形成部

23、63a、63b 粉末容器
30 バインダ付与部
32a～d インクタンク
33 バインダタンク
34 ヘッド部
38 遮光板
39 紫外線照射部
40 造形部
65 シャッター
100、100A 三次元造形装置

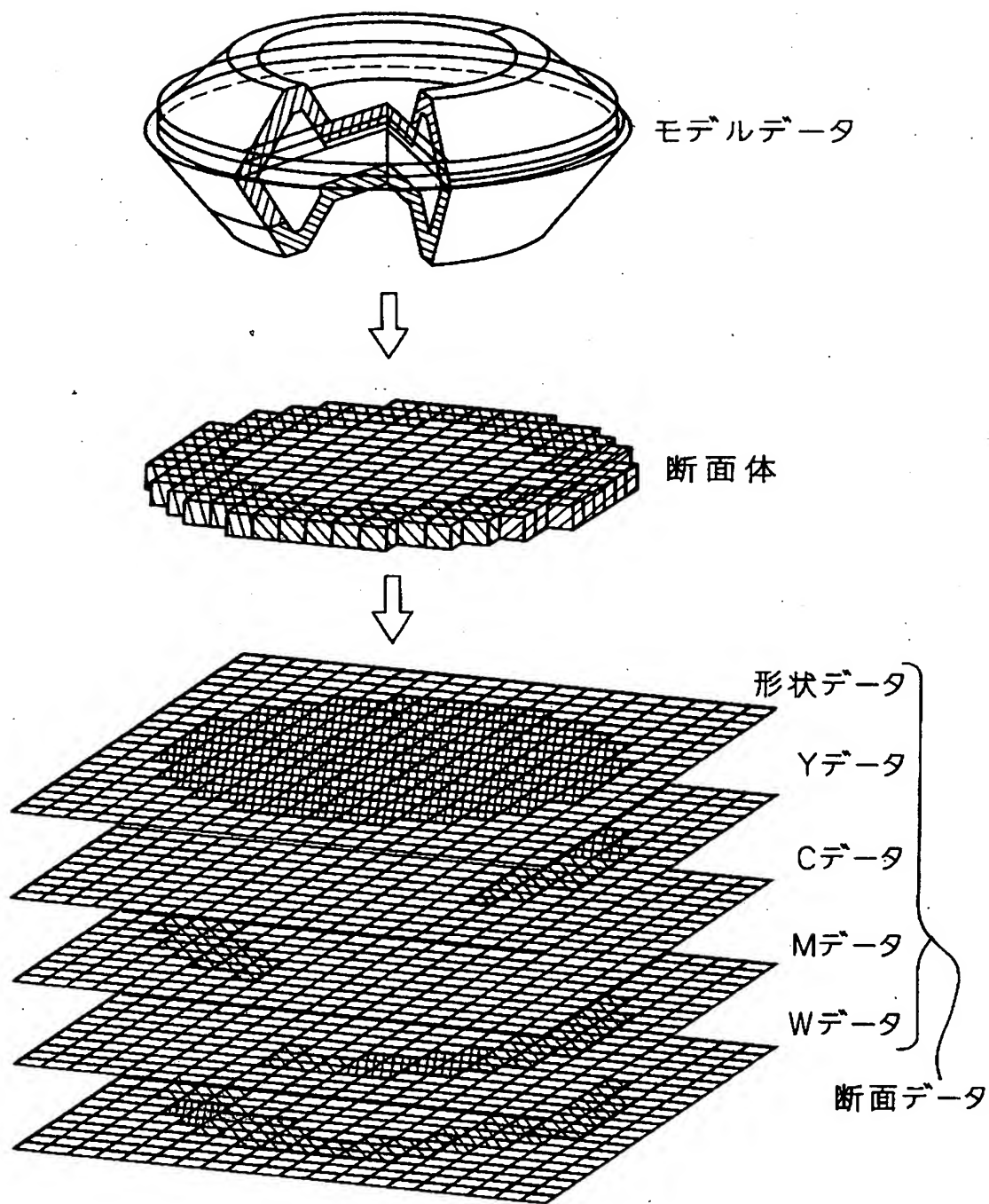
【図 2】



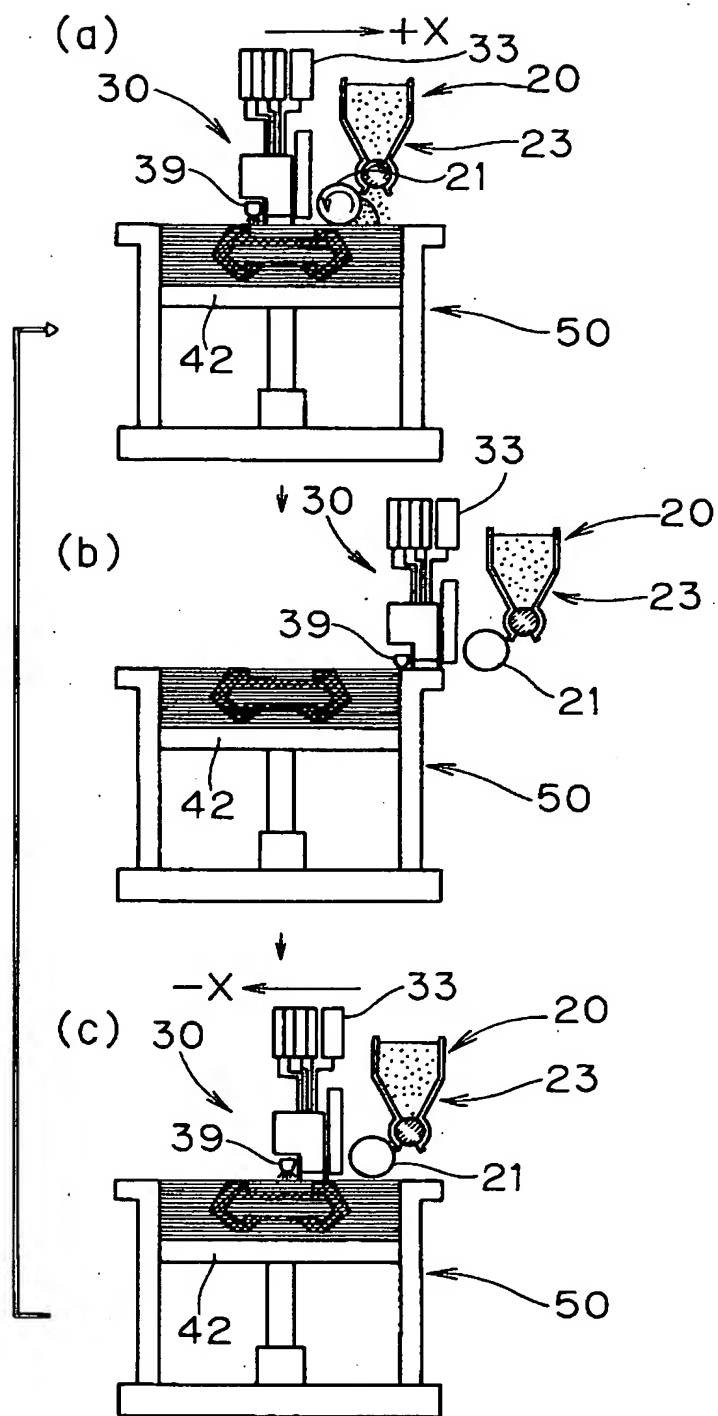
【図3】



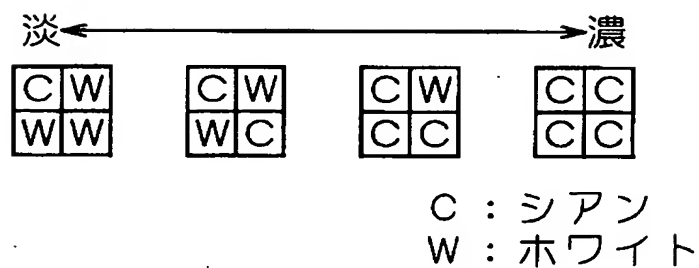
【図4】



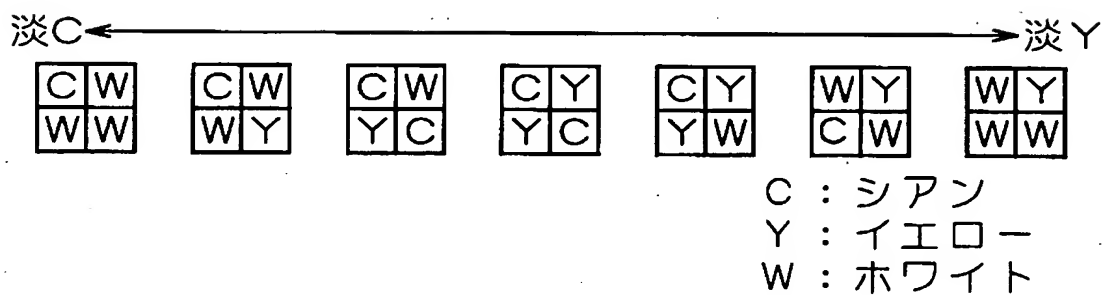
【図5】



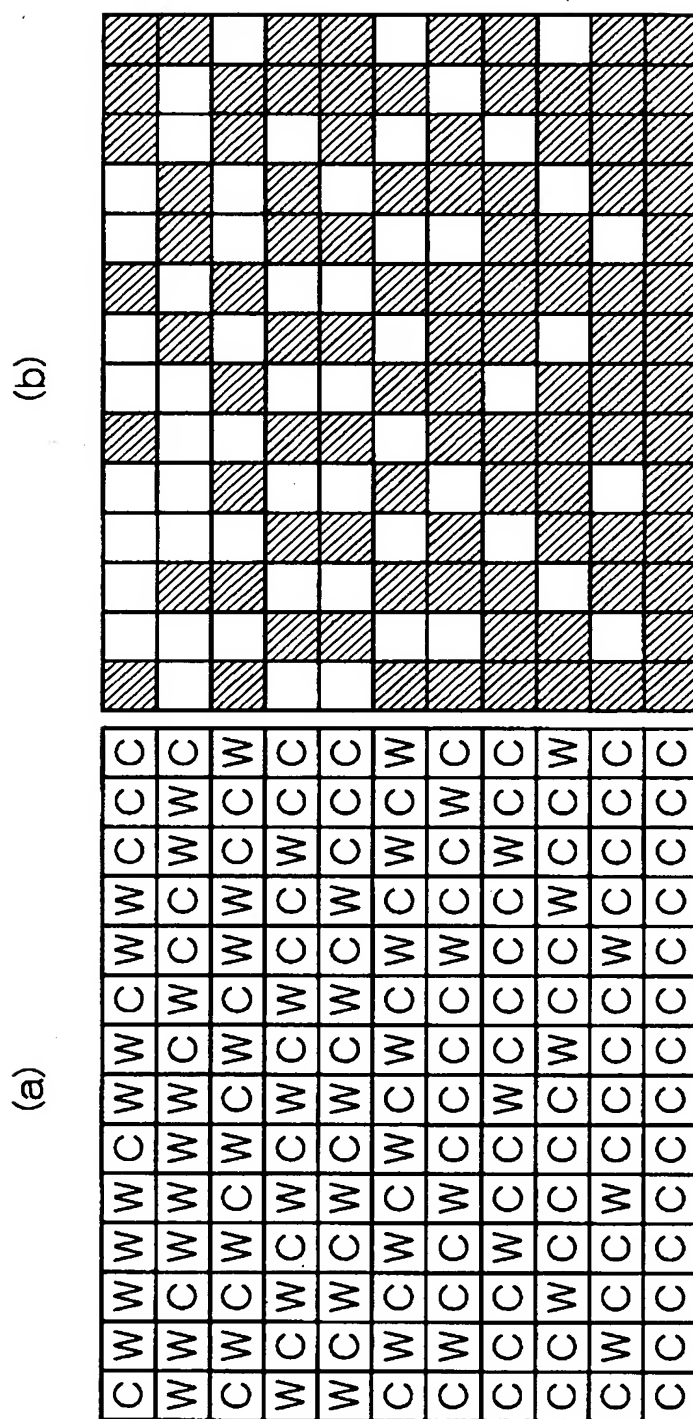
【図6】



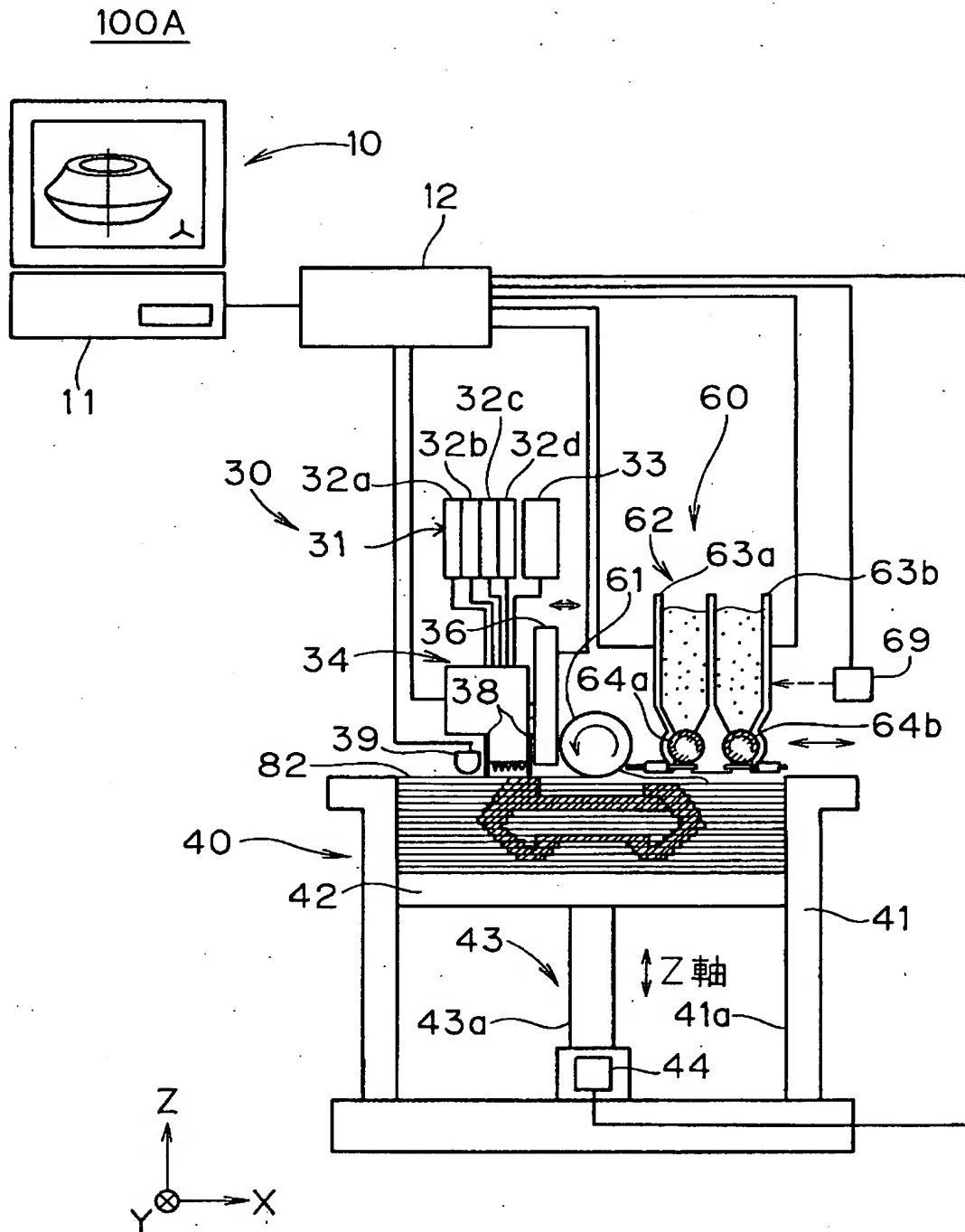
【図7】



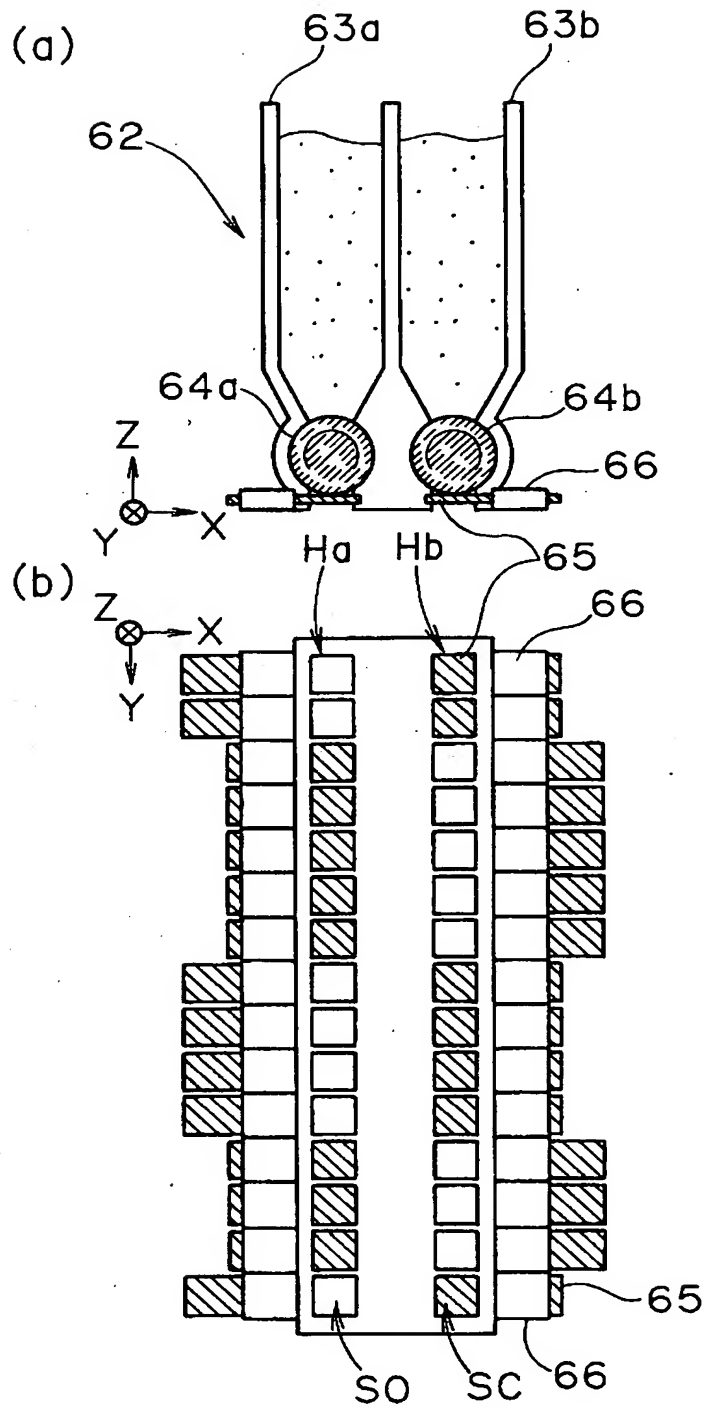
【図 8】



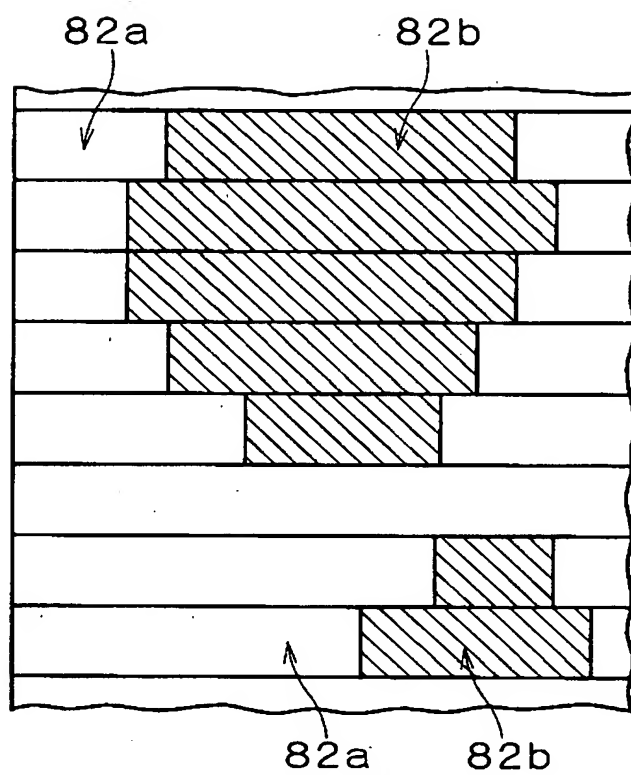
【図 9】



【図10】



【图 1 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 短時間で三次元造形物を生成できる三次元造形技術を提供する。

【解決手段】 三次元造形装置 1 0 0 では、薄層形成部 2 0 を + X 方向に移動させつつ開口 2 2 h から粉末材料を落下させ、造形ステージ 4 2 上に粉末層 8 2 を形成する。この粉末層 8 2 における選択領域に対して、ヘッド部 3 4 から紫外線硬化樹脂のバインダを吐出する。そして、紫外線照射部 3 9 から紫外線を粉末層 8 2 に照射することにより、粉末層 8 2 に塗布された紫外線硬化樹脂を硬化させ粉末材料を結合する。この動作を順次に形成する粉末層 8 2 に対して繰り返すことにより、三次元造形物が生成される。このようにバインダとして紫外線硬化樹脂を使用し、紫外線照射により迅速に粉末材料が結合できるため、短時間で三次元造形物を生成できることとなる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006079]

1. 変更年月日 1994年 7月20日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
氏 名 ミノルタ株式会社